

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—50095

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 30 B 25/02  
// H 01 L 21/02

識別記号

庁内整理番号  
7417—4G  
6679—5F

⑭ 公開 昭和59年(1984)3月22日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑮ 化学反応器

⑯ 特 願 昭57—201221

⑰ 出 願 昭57(1982)11月18日

優先権主張 ⑱ 1982年9月10日 ⑲ 米国(US)  
⑳ 416541

㉑ 発 明 者 ジェームス・マクダイアミッド  
アメリカ合衆国カリフォルニア

州サン・ホゼ・エル・グラン  
・ドライブ3695

㉒ 出 願 人 エピタキシー・エクイブメント  
・インコーポレーテッド  
アメリカ合衆国カリフォルニア  
州サン・ホゼ・ダド・ストリー  
ト581

㉓ 代 理 人 弁理士 山崎行造 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

化 学 反 応 器

2. 特許請求の範囲

- (1) 二つの実質上平面状の平行な表面を有した実質的に単結晶である加工片にエピタキシャル法により材料層を析出するための化学反応器であつて、

該加工片を支持する装置にしてその一つの表面内に該加工片を支持するための曲線状空所を有しており、しかも該一つの表面全体が該支持装置に接触することは実質上無いように該曲線状空所が該加工片を該平面状平行表面の上に支持し得る該支持装置と、

該加工片を加熱するための装置と、

該材料を該反応器中に導入し、かつ該加工片上に該材料層をエピタキシャル法により析出さ

せる装置と、

を含む化学反応器。

- (2) 特許請求の範囲第(1)項に記載の化学反応器において該加工片が実質上円盤形のウェーハである化学反応器。

- (3) 特許請求の範囲第(2)項に記載の化学反応器において該空所が実質上球状である化学反応器。

- (4) 特許請求の範囲第(2)項に記載の化学反応器において該空所が実質上円形であると共に実質的に曲線状の側面と実質的に円形の平面状底面とを備えており、該底面の直径が該加工片の直径未満である化学反応器。

- (5) 特許請求の範囲第(3)項又は第(4)項に記載の化学反応器において該空所が円形の直状側壁をも有している化学反応器。

- (6) 特許請求の範囲第(1)項に記載の化学反応器において、該加熱装置が該支持装置の該一つの表面の反対側表面に隣接した位置にある化学反応

器。

(7) 特許請求の範囲第(1)項に記載の化学反応器において該支持装置がグラフアイト製である化学反応器。

(8) 特許請求の範囲第(1)項に記載の化学反応器において該加工片が単結晶シリコンウエーハである化学反応器。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は反応器、特に単結晶の加工片上に材料層をエピタキシャル法により成長させる形式の改良型化学反応器に関する。

単結晶シリコンの円盤形ウエーハ上に材料層をエピタキシャル法により析出させる化学反応器は当該技術分野においては公知である。ウエーハは代表的な寸法として3インチ(7.62cm)、4インチ(10.16cm)又は5インチ(12.7cm)の直径を有する。代表的な場合、エピタキシャル層を析出させる化学反応器には二つの形式のものが

- 3 -

ウエーハの中心部と外縁部との間に温度勾配を生ずる。加熱サイクル中は比較的に一定温度にウエーハを保つことによりウエーハにかかる熱応力の大きさを低減することが望ましい。

化学反応器の第二の形式においてはウエーハは同様にサスセプタ上に支持されるが、サスセプタは水平に装架され、代表的な場合にはサスセプタはやはりグラフアイトで作られる。ウエーハはサスセプタの前方にある円筒形空所内に支持される。サスセプタの後側を加熱する銅コイルにラジオ周波数エネルギーが供給されることにより、グラフアイト製サスセプタからの伝導及び放射の組合せによりウエーハが加熱される。この方法によつて、主にウエーハ底部表面及びサスセプタ頂部表面間の熱的接触によりウエーハが加熱される。これはウエーハの頂部表面及び底部表面間に温度勾配を生ずる。温度勾配はウエーハを彎曲させて(ウエーハと)サスセプタ頂部表面との間の熱的接触を

ある。

その一つの形式においては代表的な場合グラフアイト製のサスセプタと呼ばれる鉛直に装架された傾斜支持板の上に支持される。ウエーハ及びサスセプタは反応室内に置かれる。反応室中に気体が通過される。ウエーハ及びサスセプタは赤外線ランプ又はラジオ周波数作動コイルのいずれかによつて高温に、代表的な場合として摂氏900ないし1250度に加熱される。ランプからの熱エネルギーは直接に、後側をサスセプタ上に留められたウエーハの前側を加熱する。コイルからのラジオ周波数誘導電流は初め、サスセプタを加熱し、次いでサスセプタが伝導と放射との組合せによりサスセプタ上に留められたウエーハの後側を加熱する。その後、反応室中に導入された処理気体がウエーハ上にエピタキシャル析出される。サスセプタ及びウエーハ間の温度差はウエーハの頂部表面及び底部表面間に温度勾配を生ずるのみならず、

- 4 -

失なわしめることによりウエーハ表面間の温度勾配を増大させる。このことはさらにウエーハを彎曲させ、それがさらにウエーハの中心部と外縁部との間における半径方向熱勾配を増大させる。これらの温度勾配により起生される応力はウエーハの原子配列構造内及びエピタキシャル析出層内における結晶学的転位(又は結晶学的滑り)により緩和される。

ウエーハはサスセプタの前方及び後方に配置された熱源の組合せによつて加熱し得る。その熱源はランプからの赤外線エネルギーか又は銅コイルに供給されたラジオ周波数エネルギーのいずれでもよい。

層がエピタキシャル析出された後に、ウエーハは半導体装置を形成すべくさらに処理される。

ウエーハ及びウエーハ上にエピタキシャル析出された材料層における転位又は滑りは不純物の吸込口になると信ぜられ、究極的にはウエーハから

- 5 -

- 6 -

製造されるバイポーラ回路装置におけるダイオード洩れ及びエミッター・コレクタ間の短絡を起こしかねない。さらにMOS装置については滑りは洩れを起こし装置の性能を喪失させる。したがってエピタキシャル成長層内及びウェーハ内の転位を低減又は除去することが、ある種の半導体装置の不合格率を低減させて歩止まりを改善する上に重要である。

本発明においては実質的に単結晶である加工片上にエピタキシャル法により材料層を析出させる改良型化学反応器は加工片を支持する装置を有する。この支持装置は一つの表面内に曲線形の空所を有し、その空所内に加工片を支持する。加工片を加熱する装置が与えられている。反応器中にその材料を導入する装置及び加工片上にエピタキシャル法により材料層を析出させる装置も与えられている。

第1図を参照すると代表的な反応器10が示され

- 7 -

気体はベル形ジャー12中に入り、線13を通過し、反応器10の中心から放散する。上述した素子はすべて先行技術において公知のものである。先行技術の反応器は第2図に示すようなサスセプタ100を備えた反応器10を含む。サスセプタ100はその一表面100内に空所100を有する。空所100は円筒形である。ウェーハ100はサスセプタ100によつてその一表面100のほぼ全体がサスセプタ100上に停留するように支持されている。

本発明による改良型反応器は第3図に示すようなサスセプタ(116)を備えた反応器10を含む。

サスセプタ(116)は一表面(118)とその中の空所(120)とを有する。空所(120)は曲線状の底部表面(119)を備えた円形の直状側壁(117)を有する。加工片100は空所(120)内に停留する。空所(120)は、一表面100のほぼ全体がサスセプタ(116)に接触することはないように、底表面(119)に沿つて一表面100にて加工片100を支持する形状にされ

- 9 -

ている。反応器10は中に反応室100を閉じ込めるベル形ジャー(鐘形ジャー)12を含む。ベル形ジャー12内にはサスセプタと呼ばれるグラファイト製支持板100がある。サスセプタ100は一つの表面100を有する。第2図を参照すると円盤形単結晶シリコンのウェーハである二つのほぼ平面状平行表面100を有した加工片100が示されており、この加工片は一表面100上にサスセプタ100により支持されている。ラジオ周波数エネルギーが与えられるコイル100等からの熱源が一表面100の反対側表面100に隣接して配置されている。他の形式の熱源としては赤外線ランプがある。前述したようにランプもしくはコイル100又はこれら両者を一表面100かつまたは反対側表面100に隣接して配置し得る。ベル形ジャー12内において反応を起こし、かつ加工片100上に材料層をエピタキシャル析出させるための気体が装置10により与えられ、ベル形ジャー12中に供給される。装置10はまた、気体の流量を調整する。

- 8 -

ている。加工片100は一表面100の縁付近に支持され、他の場所では一表面100とサスセプタ(116)との間に空隙がある。空所(120)の底部表面(119)は第3図に示すように球面状にされている。第3図に示した図は誇張されていること及び空所(120)は極端に残くされていることを強調しておく。

第4図を参照すると反応器10内で使用されるもう一つのサスセプタ(216)が示されている。サスセプタ(216)はその中に空所(220)を有した一表面(218)を含み、この空所(220)が前記加工片100を支持する。空所(220)は再び非常に浅い。空所(220)は曲線状の側部表面(221)と実質上平面状の円形底部表面(222)を備えた円形側壁(217)とを有する。底部表面(222)の直径は加工片100の直径より小さくされているべきである。第4図に示すように底部表面(222)は約2インチ(3.08cm)の直径を有する。側部表面(221)は約22.5インチ(571.5cm)の曲率半径を有する。空所(220)

の曲線領域の全深さは約0.005インチ(0.127mm)である。

第5図を参照すると反応器10内で使用されるさらにもう一つのサスセプタ(316)が示されている。サスセプタ(316)はその中に空所(320)を備えた面にして加工片12を支持するための表面(318)を有する。第4図に示した空所(220)と同様に、空所(320)は円形であつて、直状側壁(317)及び曲線状側部表面(321)を備えている。曲線状側部表面(321)は約1.25インチ(31.75cm)の半径を有する。円形底部表面(322)は実質的に平面であり、3.0インチ(7.62cm)の直径を有する。空所(320)の曲線状領域の深さは約0.004インチ(0.102mm)である。サスセプタ(116)(216)(316)は直径が3インチ(7.62cm)を超える加工片12の支持に対し有用である。

サスセプタ(116)(216)又は(316)を備えた反応器10を含む本発明の改良型反応器を用いてシリコ

-11-

ンを生ぜしめる。このことは加工片12の高い中心部温度及びより低い外縁部温度の間に半径方向温度勾配を生ぜしめる。その結果生ずる熱応力は加熱サイクルの際に加工片材料内に結晶学的転位を発生せしめることがある。材料層が他表面12上にエピタキシャル析出されるときは、材料層は加工片12の形にしたがつて同様に弓形となる。しかし層付き加工片が冷却されて実質上平面状に戻されるとき、析出された材料層及び加工片12中に転位が起る。

本発明の改良型反応器においてはサスセプタの空所は、一表面12全体がサスセプタと接触するとなく一表面12上に加工片12が支持されるように、形成される。加工片12は、加工片12とサスセプタとの間に間隙があるようにサスセプタ内空所中に支持される。熱はサスセプタの中を伝導され、サスセプタは次に加工片12がサスセプタと接触している領域で加工片12を加熱する。サスセプタから

の単結晶ウエーハ上のエピタキシャル析出層内及びそのウエーハ内における転位は実質的に低減されることが見出されている。

本発明の理論は以下の通りである。先行技術の反応器内で使用されたサスセプタ10における加工片12は、加工片12の一表面12のほぼ全体に及ぶ空所10内サスセプタ10と接触している。熱は一表面12にわたつて主にサスセプタ10から伝導によつて加工片12に加えられる。他表面12は室10に対し露出される。サスセプタ10からの熱が加工片12を加熱するにつれ、加工片12の一表面12が加工片12の他表面12と異なつた温度となる。その結果、二つの表面12間に温度差すなわち温度勾配が生ずる。他表面より高温となつた表面がより速く膨張する。その後、加工片12は第6図に誇張して示すように弓形になる。加工片12が彎曲することによつて加工片12はサスセプタとの物理的接触を失ない、表面12間の温度勾配を増大させ、それがさらに彎

-12-

の熱はまた、加工片12がサスセプタと接触していない場所において、放射により加工片12に伝達される。伝導と放射によるこの加熱法の組立せが加工片12のより一様な加熱を与える結果、ウエーハにかかる熱応力の大きさを低減することによりウエーハの結晶学的転位の大きさを最小化するものと思われる。改良型反応器を用いた場合、加工片12が最初に加熱される際、頂部表面12及び底部表面12の間には依然として温度勾配があつて加工片12を彎曲させる。しかし先行技術のサスセプタ10とは異なり加工片12が彎曲するにつれ、加工片12はサスセプタの高温表面と接触する傾向を有し、二つの平面状表面間の温度勾配及び加工片12の中心部と外縁部との間の半径方向温度勾配を低減する。このことは加工片12の熱応力の大きさを低減し、最小量の滑りを有したエピタキシャル層を持つ加工片12を生ぜしめる。

さらに、側壁(117)(217)又は(317)からの熱が

放射によつて加工片22の像からのエネルギー損失を回避する二次効果を有していることが見出されている。

しかし、放射及び伝導によりサスセプタに加工片22を加熱せしめるべく単に加工片の一表面23とサスセプタとの間に間隙を与えるだけでは転位を低減するのに十分でないことが見出されている。実験、第7図に示すように空所が円錐形である場合、第8図に示すように二重凹所とされている場合、又は第9図に示すように環状の溝である場合、には転位の問題は悪化する。第7図、第8図、又は第9図に示すように、空所が造形された場合は加工片22内の転位の数及び程度は増大する。したがつて加工片22を支持するためのサスセプタにおける空所の特定の形が、加工片22上にエピタキシャル成長される材料層内及び加工片22内における転位の数及び程度に重要な効果を有する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は化学反応器の一形式の側断面図、第2図は先行技術の支持板の誇張された側断面図、第3図は本発明の改良型反応器に使用される支持板の一実施例の誇張された側断面図、第4図は本発明の改良型反応器に使用される支持板のもう一つの実施例の誇張された側断面図、第5図は本発明の改良型反応器に使用される支持板のさらにもう一つの実施例の誇張された側断面図、第6図は、先行技術の支持板であつて析出過程中のウェーハの形をしていると考えられる支持板の誇張された側断面図、第7図は悪化した状態の転位が生ずる支持板の誇張された側断面図、第8図は悪化した状態の転位が生ずるもう一つの支持板の誇張された側断面図、第9図は悪化した状態の転位が生ずるさらにもう一つの支持板の誇張された側断面図である。

-15-

- 10 … 化学反応器
- 22 … 加工片
- 26 … 加工片を加熱する装置
- 30, 32 … エピタキシャル析出材料を導入する装置
- 116, 216, 316 … 加工片を支持する装置
- 120, 220, 320 … 空所

-16-

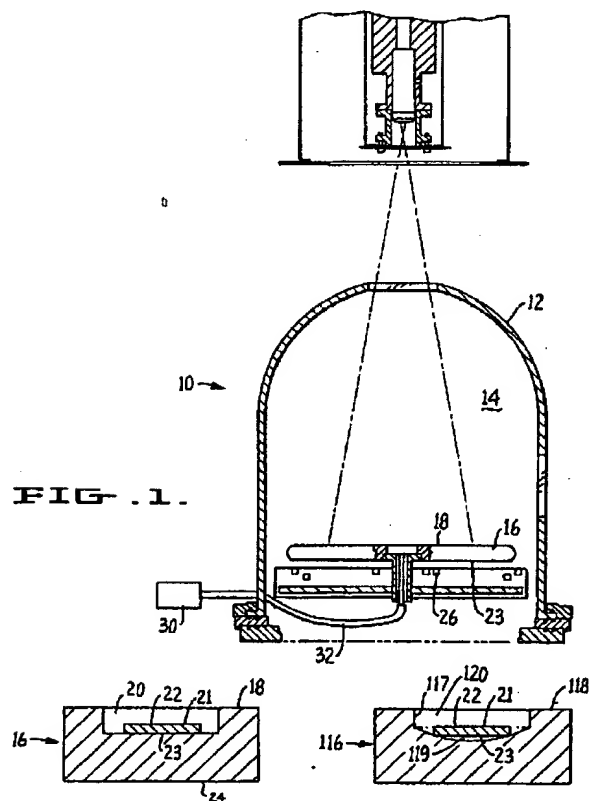


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

-17-

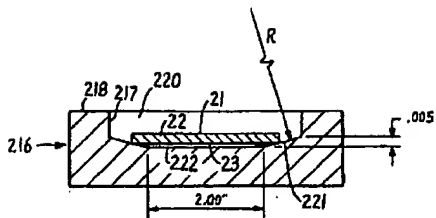


FIG. 4.

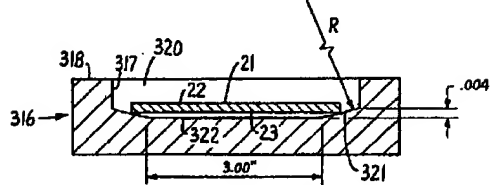


FIG. 5.

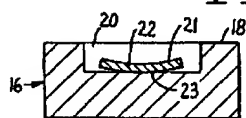


FIG. 6.

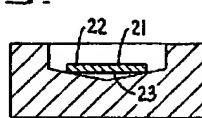


FIG. 7.



FIG. 8.

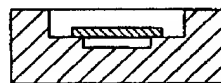


FIG. 9.